

VALORACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN EFECTUADO EN CANTABRIA, EN EL QUINQUENIO 1984-1988

(EVALUATION OF QUALITY CONTROL OF MATERIALS IN BUILDING STRUCTURES CARRIED OUT IN CANTABRIA DURING THE FIVE-YEAR PERIOD 1984-1988)

Luis Villegas Cabredo, Dr. Ingeniero de Caminos
Departamento de Estructuras. Universidad de Cantabria. ESPAÑA

073-19

Fecha de recepción: 31-X-89

RESUMEN

Se recoge una integración de los datos relativos al control de calidad de materiales en estructuras de edificación suministrados por los Laboratorios que operan en la región de Cantabria durante el período 1984-88.

Con estos datos y los que proporcionan las estadísticas de construcción (número de viviendas y metros cuadrados construidos) se hace una valoración del grado de cumplimiento de la Instrucción EH-88 para estructuras de hormigón en lo referente a su Capítulo IX Control de Materiales.

Las Conclusiones del estudio muestran, en lo referente al Control del Hormigón, grados de cumplimiento de la normativa del 47 por 100 en estructuras para viviendas y del 88 por 100 en edificios no residenciales, y parece confirmarse un incremento progresivo de este control. Los resultados son más desfavorables en el cumplimiento del Control del Acero (15 por 100 en viviendas y 44 por 100 en no residenciales) aunque se apunta, también, una tendencia hacia la realización de mayor control a lo largo del tiempo.

SUMMARY

Compilation of data related to quality control of materials in building structures, supplied by Laboratories operating in the Cantabria region, for the period 1984-1988.

This data together with the information derived from building statistics (number of homes and square meters built) is used to evaluate the level of compliance with Instructions EH-88 for concrete structures, referred to in Chapter IX "Materials Control".

This study's conclusions show that compliance with the Concrete Control rules was 47 % for homes and 88 % in non-residential buildings, which seems to confirm a progressive increase in this control. The least favorable results referred to compliance with Steel Controls (15 % in homes and 44 % in non-residential buildings) although, here too, there is a tendency towards a greater control during this period.

1. TOMA DE DATOS

En la figura 1, relativa a construcción de viviendas, se muestran los números de *determinaciones de resistencias de hormigón* obtenidas y de *diámetros de armaduras* controlados en los diferentes años del estudio. También, se recogen (Informes Seopan [3]) las viviendas terminadas anualmente en la región.

La figura 2 ofrece para la edificación no residencial (do-

cente, sanitaria, administrativa, industrial y deportiva) los controles de materiales realizados en el quinquenio.

Es opinión de los tres Laboratorios que proporcionan los datos de este estudio (véase su relación en el apartado de Agradecimientos) que ellos realizan la práctica totalidad del control de estructuras que se construyen en la región, por lo que las valoraciones que se hagan seguidamente mostrarán el grado de control real que se está llevando a cabo.

CONTROL DE ESTRUCTURAS PARA VIVIENDAS

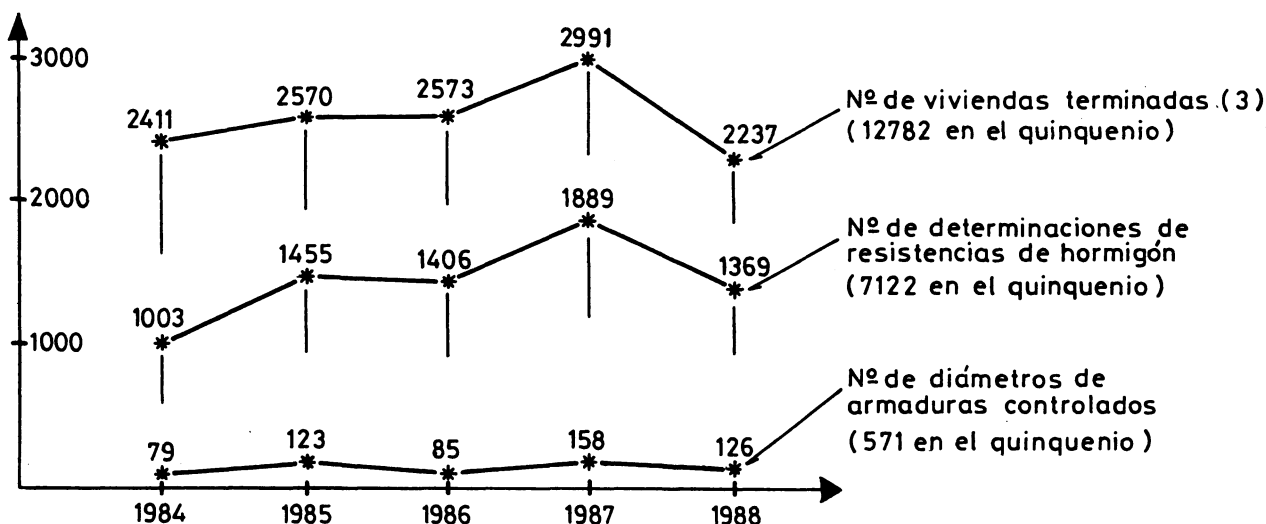


Fig. 1.—Control realizado en Cantabria en estructuras para viviendas y número de éstas en el período 1984-88.

CONTROL EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES

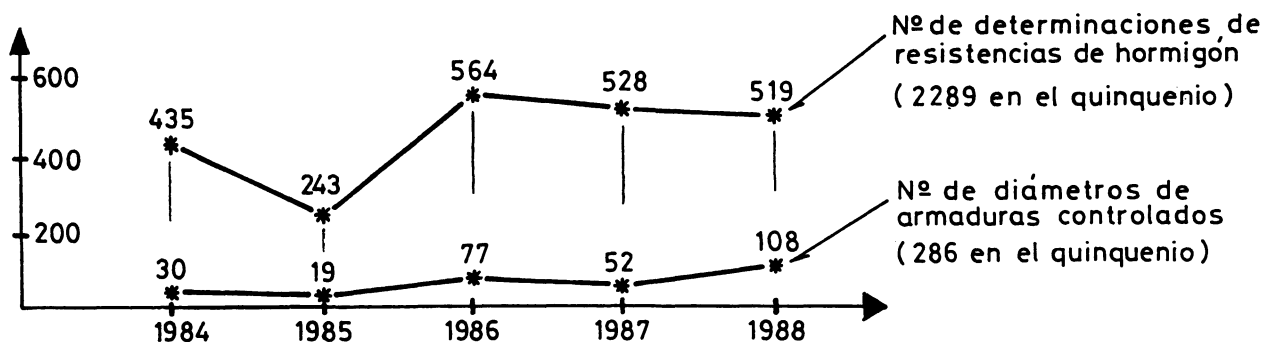


Fig. 2.—Control de materiales en estructuras de edificios no residenciales (Cantabria, 1984-88).

2. VALORACIÓN DEL CONTROL DEL HORMIGÓN

2.1. Normativa

La Instrucción EH-88 [2] establece en su Artículo 69.º relativo a los *Ensayos de control del hormigón* la obligatoriedad en todos los casos de este tipo de ensayos. Para el caso de *control a nivel normal*, lo habitual en las estructuras de edificación, EH especifica los criterios de formación de lotes de control (Cuadro 1).

2.2. Control realizado en estructuras para viviendas

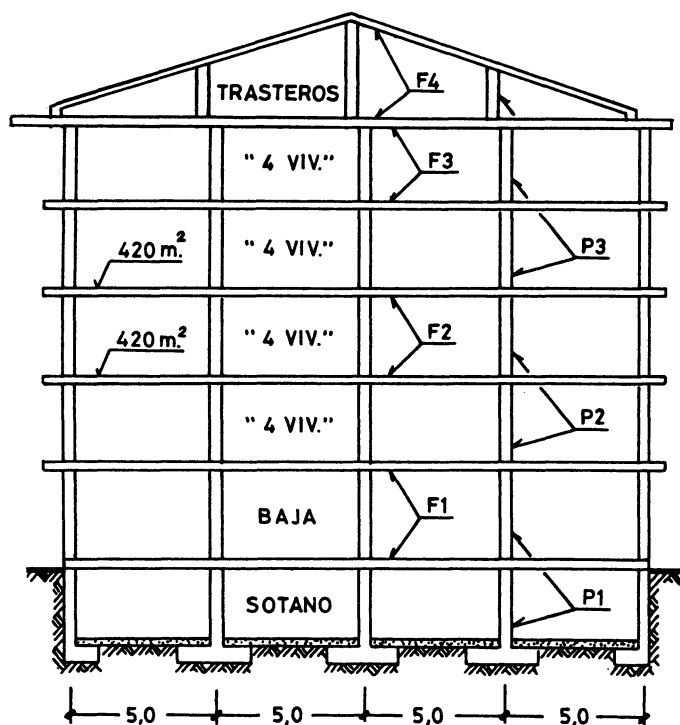
En un edificio denominaremos K al parámetro igual al *Número mínimo de determinaciones de resistencia que son necesarias por vivienda construida, para controlar adecuadamente su estructura de acuerdo con la normativa vigente*. Su valor concreto depende de numerosos factores (tipo de cimentación, existencia o no de muros de sótano, superficie de las viviendas, etc.), pero puede ser del orden que refleja el Cuadro 2 en función del número de viviendas del edificio.

CUADRO 1. CRITERIOS DE FORMACIÓN DE LOTES PARA EL CONTROL DE HORMIGÓN A NIVEL NORMAL (INSTRUCCIÓN EH-88)

LIMITE SUPERIOR	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	ELEMENTOS COMPRIMIDOS (PILARES, MUROS PORTANTES, ETC.)	ELEMENTOS EN FLEXION SIMPLE (VIGAS, FORJADOS, MUROS DE CONTENCION, ETC.)	MACIZOS (ZAPATAS, ESTRIBOS DE PUENTE, BLOQUES, ETC.)
Volumen de hormigón	50 m ³	100 m ³	100 m ³
Número de amasadas	25	50	100
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	1.000 m ²	1.000 m ²	—
Número de plantas	2	2	—

CUADRO 2. VALORES HABITUALES DE K (NÚMERO DE DETERMINACIONES DE RESISTENCIA POR VIVIENDA) EN ESTRUCTURAS PARA DIFERENTE NÚMERO DE VIVIENDAS

N.º DE VIVIENDAS	Grande (>40)	Medio (≈20)	Pequeño (<10)
K	0,5 a 0,7	0,9 a 1,3	2,0 a 8,0

**CONSUMO DE MATERIALES**

ELEMENTO	HORMIGON (m³)	ACERO (t)
Forjado (Pl. tipo)	48	5,5
Pilares (Pl. tipo)	11	1,3
Muros	132	7,4
Zapatas	41	1,4

FORMACION DE LOTES DE CONTROL

ELEMENTO	N.º LOTES	N.º DETERMIN.
Forjados	4	8
Pilares	4	8
Muros	3	6
Zapatas	1	2

Fig. 3.—Estructura tipo para 20 viviendas. Número mínimo de determinaciones de resistencia por vivienda K = 1,2.

Dado que las estructuras para un número medio de viviendas (con K del orden de 1,0) pueden considerarse representativas del total de estas estructuras, en la medida que el gráfico que representa a lo largo del tiempo el *número de determinaciones de resistencia* se acerque al *número de viviendas construidas* (figura 1) nos encontraremos más próximos al cumplimiento de la normativa de control.

Seguidamente obtendremos la *estructura tipo* que se ha construido en Cantabria durante el período en estudio, que adoptaremos como representativa del mismo, y su valor de K le tomaremos como comparador entre el control que debiera haberse realizado y el realmente hecho.

Del total de los datos suministrados por los Laboratorios en 182 estructuras tenemos su correlación con el número de viviendas (3651) al que estaban destinadas, resultando de ello como *estructura tipo* una para 20 viviendas. En la figura 3 se representa una posible configuración de esta estructura, las mediciones de materiales de los diferentes elementos (se han admitido los consumos habituales) y la formación de lotes de control según las especificaciones de EH, resultando un valor de K igual a 1,2.

En la figura 1 se mostró el total de determinaciones de resistencia efectuado por los Laboratorios y el número de viviendas construidas durante el quinquenio en estudio, resultando que se han realizado en el mismo 0,56 determinaciones por vivienda, que frente al comparador obtenido de 1,20 nos conduce a un grado de control del orden del 47 por 100 del exigido por la Instrucción EH.

2.3. Control realizado en edificios no residenciales

En el Cuadro 3 se recogen datos relativos a la construcción de edificios en España obtenidos de AECC [1] y SEOPAN [3].

De los datos anteriores se deducen los reflejados en el Cuadro 4.

Puede observarse como la *estructura tipo*, teórica, para 20 viviendas de la figura 3 tiene una superficie media construida de 168 m² por vivienda, que es del orden de la deducida a través de las estadísticas de construcción.

A partir de las viviendas terminadas (12.782) en Cantabria en el período 1984-88, aceptando las superficies medias construidas por vivienda terminada del Cuadro 4, y teniendo presentes las determinaciones de resistencia de hormigones en el quinquenio para cada tipo de edificio, puede llegarse a valorar el grado de control que se está llevando a cabo en cada uno de ellos, tal como se recoge en el Cuadro 5.

Se deduce del Cuadro 5 que el Control que se está llevando a cabo en edificios no residenciales es mayor que en los de viviendas, y en un grado que, habida cuenta de los valores deducidos para éstas (47 por ciento), tiende a las exigencias mínimas planteadas por la normativa vigente y puede estimarse en órdenes del 88 por ciento.

CUADRO 3. CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS EN ESPAÑA EN EL PERÍODO 1976-79

AÑO	N.º VIVIENDAS TERMINADAS (SEOPAN)	M ² CONSTRUIDOS EN EDIFICACION RESIDENCIAL	M ² CONSTRUIDOS EN EDIFICACIÓN NO RESIDENCIAL (Docente, Sanitaria, Admtva., Industrial y Deport.)
1976	319.825	55.030.000	7.795.000
1977	324.384	53.370.000	9.410.000
1978	318.870	47.445.000	9.505.000
1979	260.774	44.600.000	8.280.000
Total años 1976 a 1979	1.223.853	200.445.000	34.990.000

CUADRO 4. VALORACIONES MEDIA EN EL PERÍODO 1976-79 EN EDIFICIOS PARA VIVIENDAS Y EN NO RESIDENCIALES

EDIFICACIÓN EN ESPAÑA (1976-79)	EDIFICIOS RESIDENCIALES	EDIFICIOS NO RESIDENCIALES
SUPERFICIE MEDIA CONSTRUIDA (M ²) POR VIVIENDA TERMINADA	164 m ²	28 m ²
PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL DE M ² CONSTRUIDOS EN ESPAÑA	85 %	15 %

CUADRO 5. ESTIMACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DE HORMIGÓN EN EDIFICIOS PARA VIVIENDAS Y EN NO RESIDENCIALES EN CANTABRIA (1984-88)

EDIFICACIÓN EN CANTABRIA (1984-88)	ESTIMACIÓN DE M ² CONSTRUIDOS	DETERMINACIONES DE RESISTENCIA (HORMIGÓN)	N.º DE DETERMINACIONES CADA 1.000 M ² CONSTR.
DE VIVIENDAS	2.096.248	7122	3,4
NO RESIDENCIAL	357.896	2289	6,4

2.4. Evolución del control del hormigón

En el Cuadro 6 se recoge la estimación que AECC [1] hizo del porcentaje de superficie de estructura de hormigón controlada en relación al total construido.

El Cuadro muestra que el Control de hormigón es cada vez mayor y presenta un incremento anual del orden del 5 por 100. Según lo anterior, en el año 1986 (medio de nuestro estudio) se estaría realizando un control del orden del 55 por 100 de la superficie construida.

Veamos en qué medida se cumple lo anterior en nuestro caso. Teniendo presente el grado de control realizado en Cantabria en edificios de viviendas (47 por ciento) y en no residenciales (88 por 100) y aceptando el reparto del total de la superficie construida en la región según los valores del Cuadro 4 (85 por 100 en viviendas y 15 por ciento para el resto de edificios) se llega a un 53 por ciento de superficie controlada del total construido.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN CONTROLADAS EN ESPAÑA (1976-79)

AÑO	M ² CONSTRUIDOS EN TOTAL EN ESPAÑA	ESTIMACION DE LOS M ² CONTROLADOS (A.E.C.C.)	% DE CONTROL
1976	62.825.000	3.055.000	5
1977	62.780.000	7.272.000	12
1978	56.950.000	8.757.000	15
1979	51.880.000	10.313.000	19

CONTROL DE HORMIGÓN EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN

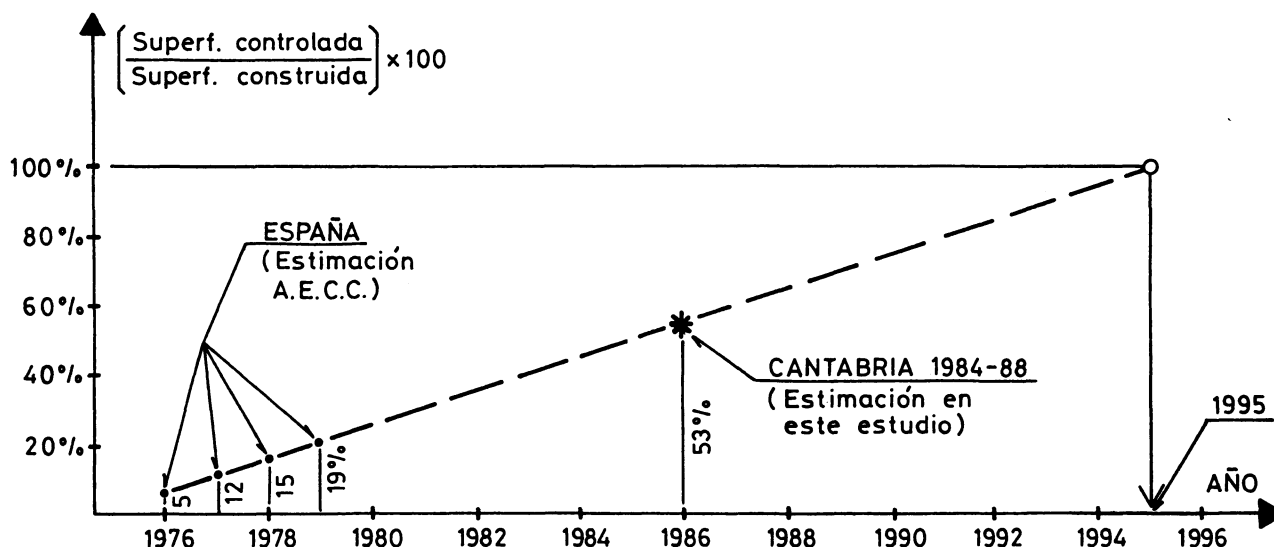


Fig. 4.—Estimación de la evolución del Control de hormigón en estructuras de edificación en España.

3. VALORACIÓN DEL CONTROL DEL ACERO

3.1. Normativa

Artículo 71, *Control de calidad del acero*, de EH-88. Para el caso de estructuras de edificación con *control a nivel normal* deben de realizarse en cada diámetro, y material, utilizando en la obra una serie de ensayos normalizados, los cuales se repetirán siempre que el consumo de acero de ese diámetro supere las 20 t.

3.2. Control realizado en estructuras para viviendas

Se considerará como *estructura tipo* del período la misma (fig. 3) que tomamos para el caso de hormigón y aceptaremos que en ella se han utilizado 6 diámetros diferentes de armaduras, como es frecuente.

En una obra de estas características el consumo de acero en cada diámetro no suele alcanzar las 20 t; por ejemplo la estructura tipo que nos ocupa lleva 63 t de acero, lo que nos conduce a tener que controlar 6 diámetros por obra.

Aceptando lo anterior, y teniendo presentes las viviendas terminadas en el quinquenio, llegamos a un total de 639 estructuras y de 3.834 controles necesarios en diferentes diámetros, que frente a los 571 realizados conducen a un grado de control del orden del 15 por ciento respecto al exigido por la normativa.

Se confirma, pues, la tendencia apuntada por el Cuadro 6 de incrementos de control del orden del 5 por ciento por año, según lo cual es previsible que, de mantenerse esta línea, hacia mediados de la década de los noventa (figura 4), se satisfagan las exigencias de control planteadas por la normativa.

3.3. Control realizado en edificios no residenciales

Con igual criterio que el utilizado en el caso de hormigón se llega al Cuadro 7.

Nuevamente se pone de manifiesto un mayor control en los edificios no residenciales frente a los de viviendas. Con los datos anteriores se deduce para aquéllos un grado de control del orden del 44 por 100 respecto al exigido por EH.

3.4. Evolución del control del acero

En la figura 5 se representa la evolución del número de controles del hormigón y del acero, a lo largo del quinquenio, en estructuras para viviendas. Ella pone de manifiesto para ambos materiales la tendencia de que el control que se realiza es cada vez mayor, como ya se mostró para el caso del hormigón. Dado el peso de las viviendas respecto al total de la construcción de edificios puede aceptarse lo apuntado como general para las estructuras de éstos.

CUADRO 7. ESTIMACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL ACERO EN LAS ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN (CANTABRIA, 1984-88)

ESTIMACION EN CANTABRIA (1984-88)	ESTIMACION DE M ² CONSTRUIDOS	Ø DE ARMADURAS CONTROLADOS	N.º DE DIAMETROS CONTROLADOS CADA 10.000 M ² CONST.
DE VIVIENDAS	2.096.248	571	2,72
NO RESIDENCIAL	357.896	286	7,99

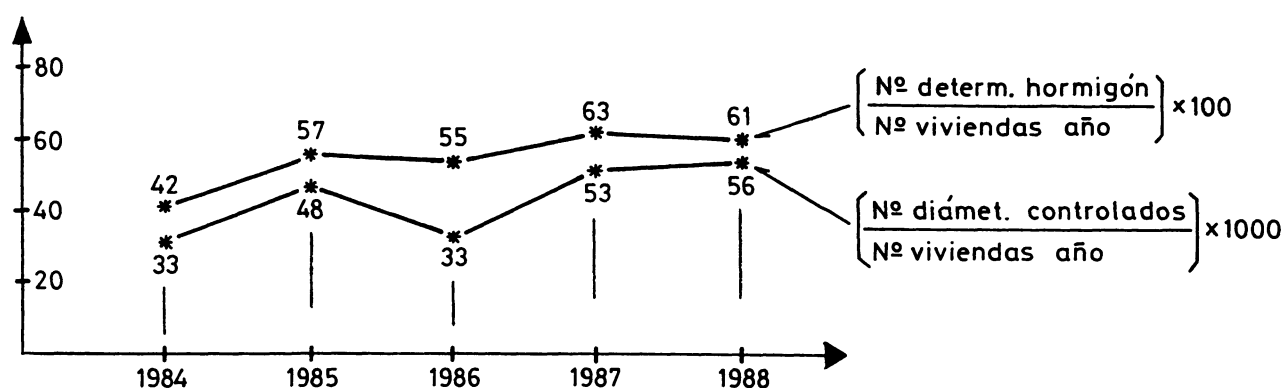
EVOLUCIÓN DEL CONTROL EN VIVIENDAS

Fig. 5.—Evolución del control de materiales en estructuras para viviendas (Cantabria, 1984-88).

4. CONCLUSIONES

4.1. En relación con el Control del Hormigón:

- En estructuras para viviendas se está controlando del orden del 47 por 100 de las construidas, lo cual es insuficiente en relación con las especificaciones de la Instrucción EH que establece la obligatoriedad del control en su totalidad.
- En estructuras para edificios no residenciales el grado de control (88 por 100) está próximo al cumplimiento de los límites mínimos de la normativa.
- Respecto al total de las estructuras de edificación se están controlando del orden del 53 por 100 de las construidas y parece confirmarse que el control se incrementa anualmente del orden del 5 por 100, por lo que es previsible que hacia mediados de los años noventa se alcance el objetivo de la Instrucción.

4.2. Respecto al Control del Acero:

- El cumplimiento de la normativa vigente se hace en menor medida que lo expuesto para el hormigón. Se obtienen niveles de control del 15 por 100 en viviendas y del 44 por 100 en edificios no residenciales respecto al exigido por EH.
- Se manifiesta una tendencia hacia un mayor control del acero a lo largo del período estudiado.

5. AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a los Organismos y personas que se citan seguidamente la colaboración prestada en la toma de datos que sustentan este estudio.

— EUROCONSULT, S. A. y a don Nicolás Laguna Martínez.

- ICINSA, S. A. y a don José Manuel Bonachea Martínez.
- LABORATORIO DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN DE LA DIPUTACIÓN REGIONAL DE CANTABRIA y a don Angel Pérez Cruz.
- HONGOMAR, S. A. (Hormigones Montañeses) y a don Jacinto López Lavid.

6. REFERENCIAS

- [1] A.E.C.C. (Asociación Española para el Control de la Calidad). *Encuestas sobre control de calidad en la*

Edificación. Primer Informe, Noviembre 1981.

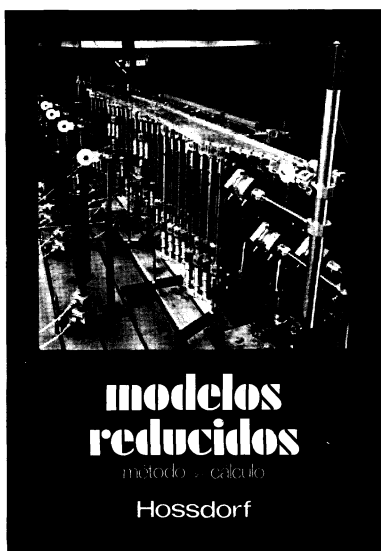
- [2] MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO. *Instrucción EH-88 para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado*.

- [3] SEOPAN (Asociación de Empresas Constructoras de ámbito nacional). *Informes anuales sobre la Construcción*.

- [4] VILLEGAS, L. *Una valoración sobre la Calidad de los Proyectos y la Ejecución de las obras de Edificación en Cantabria/España*. Informes de la Construcción n.º 366 (1984).

* * *

publicaciones del ICCET/CSIC



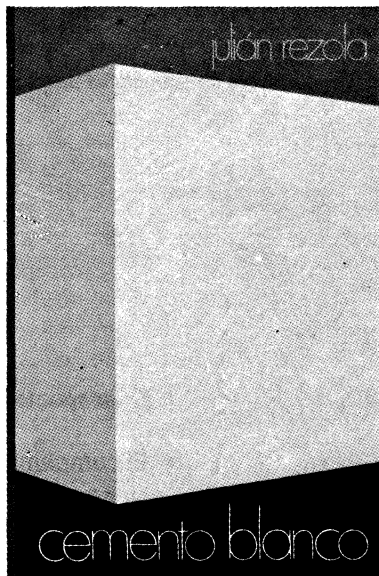
Modelos reducidos. Método de cálculo

H. Hossdorf, Ingeniero Civil

La técnica de los ensayos en modelos reducidos de estructuras sufre hoy día una decisiva metamorfosis. Hasta hace poco era un medio más bien de artesanía, que no siempre era tomado en serio por los académicos teorizantes para comprender el comportamiento resistente de las estructuras complejas y al que se acudió las más de las veces, como a un último remedio debido a sus indiscutibles insuficiencias. Sin embargo, en poco tiempo y gracias a su conexión con los ordenadores digitales, se ha transformado en un instrumento científicamente valioso, que no puede quedar a un lado en la práctica diaria del Ingeniero Proyectista.

Un volumen encuadernado en cartón plastificado con lomo de tela, de 17 x 24 cm, compuesto de 250 páginas, 158 figuras y fotografías.

Precios: 1.800 ptas.; \$ USA 26.00.



Cemento blanco

Julián Rezola
Ingeniero Químico Dipl. I. Q. S.

Sabido es que existe una extensa y documentada bibliografía sobre el cemento gris: en cambio, no puede decirse lo mismo acerca del cemento portland blanco, ya que los escritos existentes se refieren tan sólo a algunas peculiaridades que le distinguen de aquél.

El autor nos ofrece sus profundos conocimientos y su larga experiencia tanto en laboratorio como en fabricación.

La parte descriptiva del libro se complementa con gráficos, diagramas y fotografías de gran utilidad, destinados a conseguir la aplicación apropiada de este aglomerante.

Un volumen encuadernado en cartón policerado, de 17,4 x 24,3 cm, compuesto de 395 páginas, numerosas figuras, tablas y ábacos.

Precios: España, 1.700 ptas.; extranjero, \$ 24.



La presa bóveda de Susqueda

A. Rebollo,
Dr. Ingeniero de Caminos

El esfuerzo del constructor de presas se sitúa, por su pretensión de perennidad, a contracorriente de las tendencias de la civilización actual, caracterizada por lo fungible. Pueden evocarse las 10.000 grandes presas en funcionamiento o en construcción que están envejeciendo y reclaman los cuidados gerontológicos para mantener y perfeccionar su servicio y garantizar su inalienable pretensión de perennidad. En la medida en que todas nuevas obras, grandes o pequeñas, son portadoras de riesgos ecológicos y, a veces, catastróficos, que aumentan con el envejecimiento, la gerontología de las presas es todo un emplazo. La acción adelantada de Arturo Rebollo en este terreno marca un camino a seguir para todos los que aman su propia obra con la devoción paternal que él ha puesto en Susqueda.

Un volumen encuadernado en cartón plastificado con lomo de tela, de 18 x 24,5 cm, compuesto de 408 páginas, 330 figuras y fotografías y 39 tablas.

Precios: 1.700 ptas.; extranjero, \$ USA 24.00.